

研 究 分 野	5 いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発	部 名	利用加工部
研 究 課 題 名	(4) 県水産物の素材特性に関する研究 ①原料特性に関する調査研究		
予 算 区 分	県単 (利用加工試験費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26～30 年度		
担 当	(主) 小野寺宗伸 (副) 上田智広・藤嶋敦		
協 力 ・ 分 担 関 係	岩手県漁連および各漁協、石村工業 (株)、(株) ダイイチソルト		

<目的>

1 2009 年春に販売開始されたワカメ高速攪拌塩漬装置 (商品名：しおまる、石村工業製) の導入数は、岩手・宮城県の三陸地域において東日本大震災前の 120 台から震災後には 500 台となり、岩手県ではワカメの自家加工を行う 480 名のうち約 300 名が本装置を導入した (普及率約 60%)。そこで、急速に導入が進んだ本塩漬装置の使用状況を把握するための聞き取り調査を行い、合わせて湯通し塩蔵ワカメの品質調査を実施する。

2 水産技術センターでは、製品の塩分不足が認められた事例を受け、高速攪拌塩漬装置の塩漬法について推奨条件 (75kg の湯通し海藻に食塩 25kg を投入する方法：2013 年方式) と網目の細かい推奨袋を定め、その普及に努めてきた。しかし、粗い網目の袋も使用されている現場では、食塩の結晶が多く塩水中に存在する 2013 年方式は塩漬後に塩落とし作業を伴うため、粗い網袋の使用者を対象とした最適な塩漬条件や飽和濃度を維持する方法について検討を行う。

3 水産技術センターで定めた推奨網袋には 25kg の海藻を詰めることを標準として生産者に指導してきた。平成 25 年および 27 年春に実施した品質調査結果では、ワカメの葉には塩分が十分に浸透しているにも関わらず、茎では塩分が不足している事例が多く認められた。その原因を探り、塩蔵海藻品の品質の安定化を図るため、これまで検討されていなかった攪拌速度と塩分浸透の関係性について検証を行う。

<試験研究方法>

1 高速攪拌塩漬装置の使用状況調査

岩手県内の漁協 (漁期中) および生産者 (漁期中) を訪問し、本塩漬装置の使用者からの聞き取り調査 (網袋の種類、追加投入する食塩量、攪拌速度、塩漬時間等) を行った。また、漁協訪問時には攪拌塩漬法の技術力向上を目的として、攪拌塩漬法の基本原理についての説明も合わせて行った。

1-2) 推奨網袋に湯通しワカメ 25kg を詰めて 30.5Hz で塩漬した場合の品質

飽和食塩水 1200L (海水 30cm=約 1000L+粉碎天日塩 15 袋) 中に、網目の細かい袋 (アサヤ製または泰興製) に詰めた湯通しワカメ 500kg (1 袋あたり 25kg 詰め×20 袋) および追加塩 (粉碎天日塩 5 袋=125kg) を投入し、溶解していない食塩粒が常に残っている飽和状態 (飽和濃度 26.3%) で 70 分間の攪拌塩漬 (30.5 Hz=38.1rpm) を行った (参考：60Hz=75rpm を示す)。なお、平成 27 年 3 月 20 日以降に 5℃以下の冷水が離岸してから 7 日間以上経過して十分に大きくなった異なる採取日の原藻 (平成 27 年 3 月下旬～4 月上旬) で 2 回の試験を実施した (塩漬前後、塩漬 30 分経過後に塩水濃度を確認)。

2 平成 26 年春産の湯通し塩蔵ワカメ (岩手産) の品質調査

平成 26 年度の格付査定会用試料 (岩手県漁連収集：20 検体) を用い、水分 (常圧乾燥法)、塩分 (灰化処理+モール法)、水分活性 (露点法：デカゴン社製水分活性計 CX-3TE、25℃)、pH (粉碎希釈法：20 倍量の蒸留水を加えて粉碎後に攪拌しながら測定) を全て 3 回ずつ測定した。

3 2008 年方式で飽和食塩水を繰り返し使用した場合のワカメの品質

3-1) 塩漬条件：飽和食塩水 1200L 中に、網目の細かい袋に詰めた湯通しワカメ 500kg (1 袋あたり 25kg 詰め×20 袋) および追加塩 (粉碎天日塩 5 袋=125kg) を投入し、溶解していない食塩粒が常に残っている飽和状態で 1 時間の攪拌塩漬 (30.5 Hz=38.1rpm) を行った。2 回目以降は、湯通しワカメ 500kg と粉碎天日塩 5 袋を投入して常に飽和の状態で塩漬を繰り返した (塩漬前後、塩漬 30 分経過後に塩水濃度を確認)。

3-2) 原藻採取時期：平成 27 年 3 月 20 日以降に 5℃以下の冷水が離岸してから 7 日間以上経過して十分に大きくなった原藻 (平成 27 年 3 月下旬~4 月上旬) を用いた。

3-3) 試験実施方法：沿岸南部の生産者 2 名に協力をお願いし、10~12 回の連続した湯通しワカメ 500kg の塩漬 (同じ飽和食塩水を繰り返し使用) を行い、約 5kg ずつ試料を採取し、海藻の脱水袋に詰めて油圧式圧搾機 (松本鐵工所製 M11-60DS-J、圧力設定 130kg/cm²) で 3 時間脱水したものを分析試料とした。

4 浮き玉塩袋投入法の検討

網目の細かい袋に粉碎天日塩 0.5 袋 (12.5kg) と中央部に穴のあいた黄色い球状の浮き玉 (フロトン K-12Z、直径約 20cm) を詰め、繰り返し使用できる黒色の結束バンド (エスジー工業製 SG-R250W) 2 本で網袋の口を縛り、合計 2 袋の浮き玉塩袋を湯通しワカメやコンブの攪拌塩漬時に投入して動作確認試験を行った。

5 加工相談の対応による海藻製品の品質向上支援

利用加工部では、水産加工業者、岩手県漁連、各漁協等からの相談業務 (加工相談) を毎年実施しているが、海藻加工品に関する相談が多い傾向がある。平成 26 年度に当職が対応した相談件数等について報告する。

<結果の概要・要約>

1 高速攪拌塩漬装置の使用状況調査 (表 1~2、図 1)

漁協訪問による聞き取り調査では、本塩漬装置の使用者 61 名 (新おおつち 12 名、重茂 12 名、大船渡市漁協末崎支所 3 名、広田湾漁協広田支所 13 名、田野畑村 4 名、唐丹町 11 名、吉浜 6 名) から状況や意見等を聞いた。また、ワカメの収穫期に本装置を使用する生産者 57 名 (重茂 16 名、綾里 3 名、新おおつち 6 名、釜石湾 5 名、唐丹町 20 名、山田湾 7 名) から状況等を聞いた。

1-1) 網袋の種類：主に 7 種類の網袋が混在していた (表 1)。その他に 3 種類程度の特注品や独自開発した網袋の使用が確認された。安価な青い網目の粗い袋から高価な網目の細かい袋では価格 (1000~3000 円程度) や耐久性等に差があり、生産者では特性を考慮して網袋を選択していた。

表 1 生産現場で使用されていた主な網袋の仕様

粗い網目の網袋	サイズ(縦×横)	網目サイズ	取って数	搾りヒモ	色	海藻重量(kg)
①三亥	84cm×58cm	2mm×1mm	2	○	白色系	20~25
②北村漁網店	93cm×65cm	2.5mm×2mm	2	×	白色系	20~25
③石村工業	87cm×55cm	3mm×2mm	2	×	白色系	20~25
④アサヤ	70cm×40cm程度	2mm×2mm程度	1	×	青色系	18~20

網目の細かい網袋	サイズ(縦×横)	網目サイズ	取って数	搾りヒモ	色	海藻重量(kg)
①アサヤ	90cm×45cm	0.2~0.3mm	1	×	白色系	20~25
②泰興	90cm×45cm	0.2~0.3mm	3	×	白色系	20~25
③北村漁網店	90cm×45cm	0.2~0.3mm	1	○	白色系	20~25

※アサヤ製の網目の細かい立体型網袋や大型網袋(95cm×58cm程度)の使用も一部に見られた。

1-2) 網袋に詰める海藻量：青い網目の粗い網袋では 18~20kg 程度、白色系の網袋では 20~25kg (22~23kg 程度に制限している生産者と、25kg 目一杯に詰める生産者が混在) の海藻を詰めていた。

1-3) 飽和食塩水に追加する食塩投入量：2008 年方式である湯通しワカメ 100kg 当たり粉碎天日塩 25kg (1 袋) を投入している生産者が約 80%を占めており、平成 25 年度に水産技術センターで定めた推奨条件 (2013

年方式) で塩漬している生産者は約 20%と少なかった。

2013 年方式では用塩量が 2008 年方式よりも大幅に増加 (ワカメでは 30%、コンブでは 10%) して水槽の底に食塩が厚く堆積し、網目の粗い袋を使用すると海藻に食塩粒が多く付着して塩落とし作業が発生する等の理由により、多くの生産者では 2008 年方式を実施していた。また、2008 年方式を改良した 2008 年+ α 方式 (湯通しワカメ 100kg 当たり食塩 1.1~1.2 袋の食塩を投入する手法) を実施する生産者も多く見られた。

1-4) 塩漬時間: ワカメ・コンブともに 60~70 分間程度で塩漬していた。

1-5) 攪拌速度: 28~31Hz 程度 (29Hz が最も多かった) で塩漬していた。

○網目の粗い青色の袋: 28.5~29Hz 程度 (30Hz 以上の高速攪拌には耐えられない)

○白色系の網目の粗い袋: 28.5~30.5Hz 程度

○白色系の網目の細かい袋: 29~31.5Hz 程度 (32Hz 以上では消耗が早まる)

網袋に 25kg のワカメを詰めて塩漬する場合、29Hz で飽和濃度を維持しながら 1 時間塩漬しても塩分の浸透が悪い事例 (特に中芯の太い部分) が平成 27 年 3 月初旬 (冷水接岸の影響で実入りのあまり良くない原藻) に複数確認された (図 1)。28~29Hz で塩漬している生産者で本現象が発生しており、30~31Hz で塩漬している生産者には問題は無く、葉と茎の水分活性値の差は小さかった。

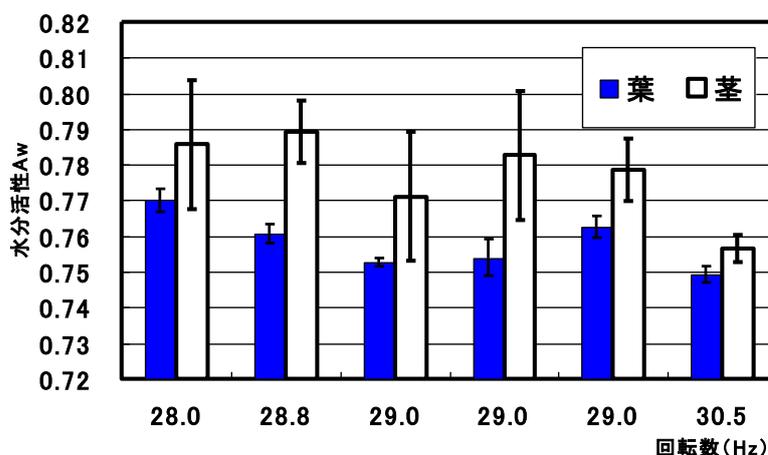


図1 ワカメ(葉と茎)の攪拌速度と水分活性の関係

平成 25 年度に実施した生産者の聞き取り調査では、塩漬の最後まで飽和濃度は維持されており、水槽の底には食塩の結晶が残っていたとの証言がある。飽和濃度を維持しても塩分不足の製品が多くなった原因は、従来の粗い網目の袋と比べて塩水の通り抜けが良くない上に、幅が狭くなった推奨袋に海藻を 25kg 詰めたため、袋内の海藻の運動性が制限され、攪拌力が不足していたと考えられる。そこで、網目の細かい推奨袋に 25kg

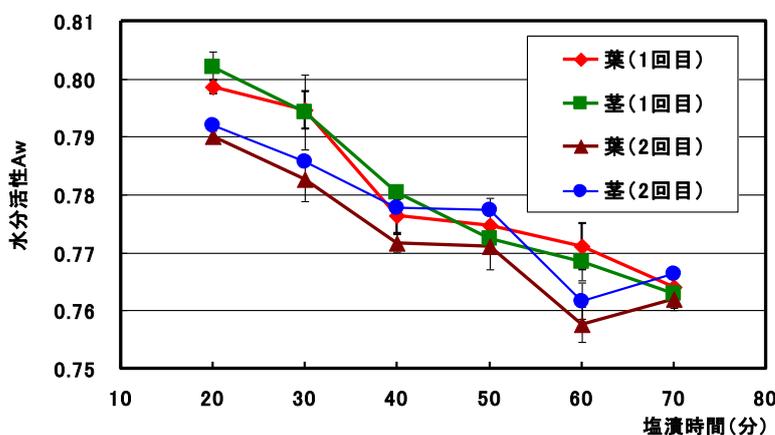


図2 湯通しワカメ(推奨袋25kg詰め、30.5Hz)の塩漬結果

の海藻を詰めて 30.5Hz で塩漬する確認試験を行った (図 2)。その結果、漁期後半の実入りが良い大きいワカメでも 60~70 分間の塩漬で葉と茎の水分活性は 0.76 程度とほぼ均一になることを確認した。上記調査および確認試験から、茎の太い部分に塩分を十分に浸透させるためには、相応の攪拌力を与える必要があるとの結論が得られたので、平成 27 年の春の漁期から 25kg 詰めの場合には攪拌速度を 30~30.5Hz (漁期の後半では 31~31.5Hz) に上げるように指導した。

1-6) 塩漬中の塩水濃度の確認: 2008 年方式 (2008 年+ α 方式含む) で塩漬する場合、塩漬前後、塩漬 30 分経過後に塩水濃度の確認を義務づけているが、塩水濃度の確認の指導を徹底した結果、こまめに確認している生産者が多く見られた。

表 2 高速攪拌塩漬装置の塩漬条件および聞き取り調査結果

水産技術センターで提案した塩漬条件

食塩投入量	攪拌速度	塩漬時間	塩水濃度の確認
2008年方式 食塩 1袋 / 湯通しワカメ100kg 食塩1.2袋 / 湯通しコンブ 100kg	28~29Hz ※60Hz=75rpm	ワカメ:45~60分間 長切りコンブ:55~65分間 刻みコンブ:65~70分間 ※原藻の量や大きさに加減	塩漬前後、塩漬30分 経過後に必ず確認
2013年方式 食塩 1袋 / 湯通しワカメ・コンブ 75kg	29Hz	60分間(ワカメ・コンブ)	たまに確認

2015年春の状況調査結果

食塩投入量	攪拌速度	塩漬時間	塩水濃度の確認
2008年(+α)方式=80% 2013年方式=20%	24~25kg詰め:30.5~31.5Hz 22~23kg詰め:29.5~30.5Hz	ワカメ:60~70分間 長切りコンブ:55~70分間	2008年方式 塩漬前後、塩漬30分 経過後に必ず確認
※2008年+α方式とは? 湯通しワカメ100kgに食塩1.1~1.2袋と 規定よりも10~20%多く投入する方法	20kg詰め:28.5~29.5Hz ※原藻の量や大きさに加減	刻みコンブ:65~70分間 ※原藻の量や大きさに加減	2013年方式 たまに確認

2 平成 26 年春産の湯通し塩蔵ワカメの品質調査 (表 3)

岩手県漁連が収集した試料 20 検体の塩漬法の内訳は、攪拌式 14、従来法 4、循環式 1、不明 1 であった。塩分不足 (=保存性が著しく不良である) と思われる水分活性値が 0.797 を示した製品が 1 検体 (攪拌式) 認められた。また、やや塩分不足の製品も 1 検体 (水分活性 0.783、従来式) 認められた。水分活性値が 0.79 以上の製品では微生物の増殖による製品の変質等が生じやすいため、塩漬工程の改善が必要である。

表 3 平成 26 年春産の湯通し塩蔵ワカメ (岩手産) の品質調査結果 (格付査定研修会用試料)

No.	塩漬方式	等級	入札月日	水分	塩分	水分活性	pH
1	攪拌式	抜1	3月26日	53.24	17.14	0.756	6.82
2	攪拌式	抜1	3月26日	57.11	17.94	0.757	6.76
3	攪拌式	抜1	3月27日	56.81	17.76	0.760	6.87
4	循環式	抜1	3月27日	53.75	17.10	0.760	6.71
5	従来法	抜1	4月18日	55.02	16.76	0.764	6.75
6	不明	抜1	4月19日	57.11	18.30	0.757	6.44
7	従来法	抜2	3月26日	59.40	17.45	0.783	6.45
8	攪拌式	抜2	3月27日	58.46	15.95	0.797	6.55
9	攪拌式	抜2	4月18日	54.22	19.39	0.752	6.35
10	攪拌式	抜2	4月19日	59.06	17.93	0.762	6.59
11	攪拌式	抜並1	3月27日	55.38	17.43	0.762	6.66
12	攪拌式	抜並1	4月18日	57.40	19.08	0.754	6.60
13	従来法	抜別1	3月26日	55.66	17.98	0.756	6.80
14	攪拌式	切葉1	3月27日	57.91	18.13	0.759	6.47
15	従来法	切葉1	4月18日	51.57	19.56	0.746	6.86
16	攪拌式	元葉1	3月26日	57.12	18.39	0.755	6.42
17	攪拌式	元葉1	4月19日	58.29	18.17	0.758	6.58
18	攪拌式	付1(葉)	4月19日	58.08	17.83	0.759	6.82
18	攪拌式	付1(芯)	4月19日	63.68	20.41	0.763	6.86
19	攪拌式	中芯1	3月26日	67.14	21.41	0.769	6.51
20	攪拌式	中芯1	3月27日	66.20	19.97	0.773	6.65

※各3検体を測定して平均値を算出。

毎年、従来法および攪拌塩漬法ともに塩分不足の製品が発生しているため、今後も品質調査を継続し、関係機関との連携により改善を図っていく必要がある。平成 26 年の春は、海水温が 5℃以下になる冷水が岩手県沿岸部に長期間接岸（平成 26 年 3 月中旬～4 月中旬）し、養殖ワカメの生育不良が発生して色調不良の製品が一部に認められたが、今回の試料の pH は 6.3～6.8 となり、極度に低い試料（5.9～6.0 程度）は見られなかった。

3 2008 年方式で飽和食塩水を繰り返し使用した場合のワカメの品質（図 2）

同じ飽和食塩水を用いて 2008 年方式で湯通しワカメ 500kg の塩漬（30Hz、1 時間）を 10～12 回繰り返しても、塩漬後のワカメ（葉と茎）の水分活性値は 0.75～0.77（水技セ推奨出荷基準）かつ対水塩濃度（塩分 /（水分 + 塩分） × 100）は 23～25% とほぼ一定となり、塩漬前後、塩漬中（約 30 分経過後）の塩水濃度の確認が前提となるが、2008 年方式で連続塩漬しても支障が無いことを確認した。

本攪拌塩漬法では、塩漬中は最後まで飽和濃度を維持することが重要管理点であり、塩漬終了時に飽和濃度を下回っていたことは塩漬の失敗を意味している。塩水濃度が最終的に約 1% 減少した状況下で 90 分間の攪拌塩漬を行ってもワカメの葉や茎の水分活性は 0.78 以上と高くなり、塩分の浸透能は極度に低下することが確認されている（図 3）。ゆえに、本塩漬装置の操作法講習会や巡回指導時には、塩漬中の飽和の維持を徹底指導してきており、特に、2008 年方式で塩漬する場合には、塩漬前後と塩漬 30 分経過後に塩水濃度の確認（食塩粒の有無の確認や塩分計による塩水濃度の確認）を義務づけている。

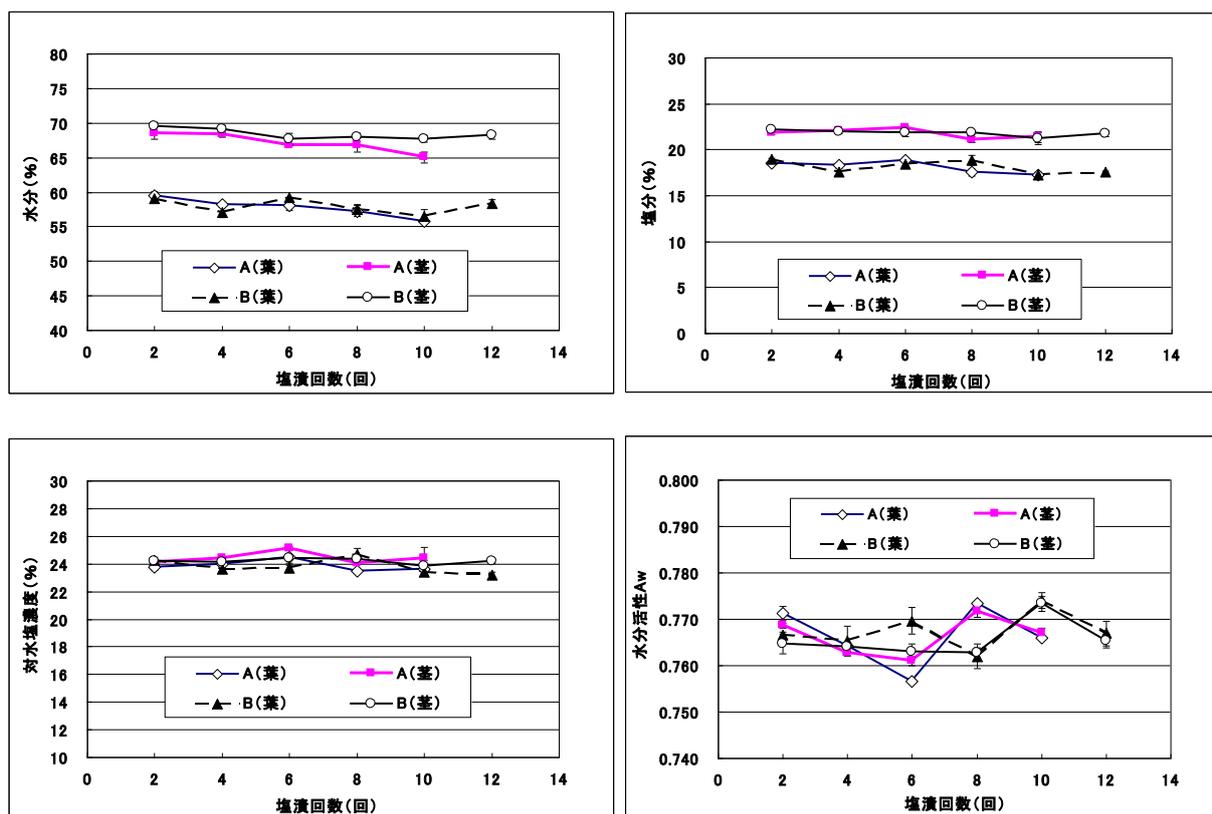


図 3 2008 年方式で飽和食塩水を繰り返し使用した場合のワカメ（葉と茎）の塩分・水分活性等の変化

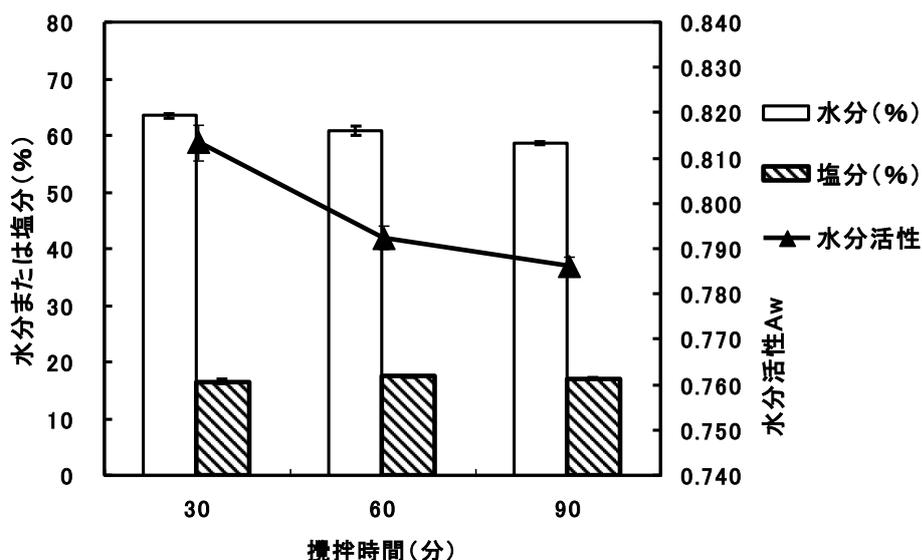


図4 飽和濃度を下回る状況下で攪拌塩漬した湯通しワカメ（葉）の水分、塩分、水分活性の変化
 ※食塩水濃度（塩水開始時 26.3%、65 分経過時の塩水濃度 25.6%）

4 浮き玉塩袋投入法の検討 (図5および図6)

浮き玉塩袋は、飽和食塩水の水面に浮き玉部分が見え、水面下には食塩の入った部分が沈む状態で周回運動し、容易に飽和濃度が維持できることを確認した。また、余分な食塩は網袋内にあるため、粗い網袋を使用しても海藻に食塩が付着するのを防止できた。網袋内の食塩は次第に減少するが、網袋を持ち上げて食塩が残存していれば飽和状態であると直ぐに判断できるため、浮き玉塩袋投入法は塩水の飽和濃度を維持する手法として最適である。平成 27 年春の養殖ワカメ・コンブの漁期には約 5 名の生産者が 1~2 袋の浮き玉塩袋を投入しているのが確認され、本手法の評判は良好であった。

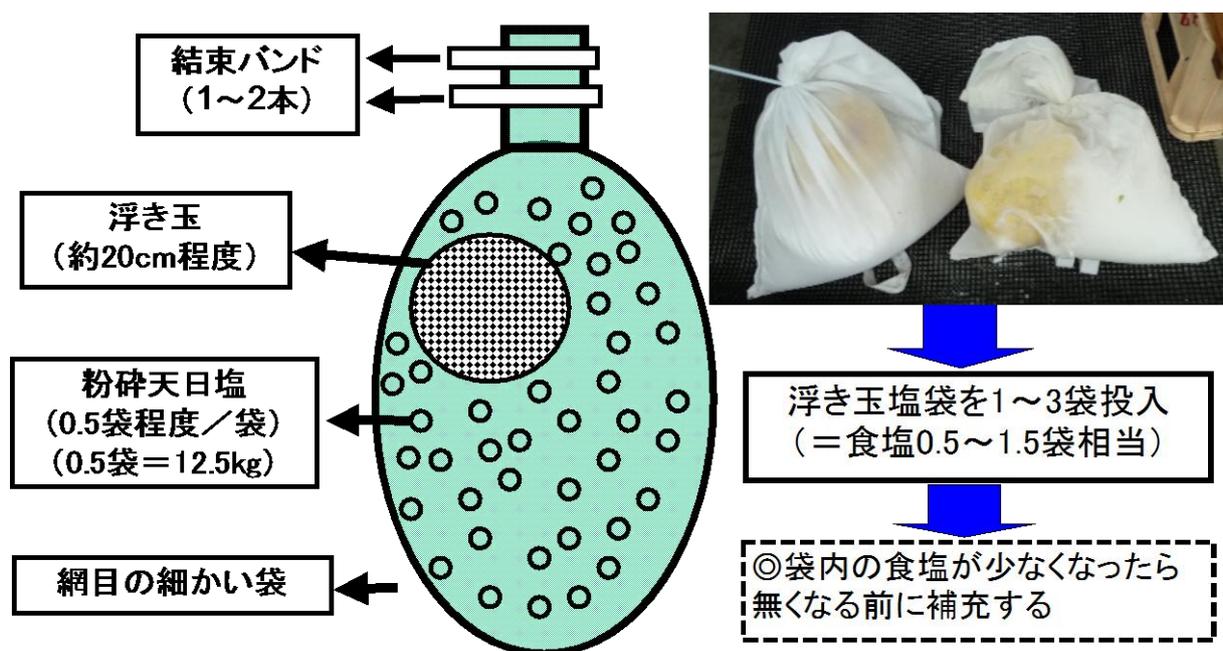


図5 浮き玉塩袋投入法

考え方: 過剰な食塩 → 網袋に詰める!
海藻が吸収する食塩 → 水槽内に直接投入する!
2008年方式 + 浮き玉塩袋 = 2013年方式



効果: 飽和濃度の維持・確認が簡単です!
どんな網袋でも海藻に食塩が付着しません!
過剰な食塩が堆積しません!

図6 浮き玉塩袋投入法の考え方および効果

5 加工相談の対応による海藻製品の品質向上支援

平成 26 年に当職（小野寺）が対応した加工相談の対応件数は 76 件（海藻以外も含む）であり、その内訳は加工法 12 件、製造機械 9 件、測定法 9 件、成分 15 件、異物・変色 18 件、貯蔵法 5 件、その他 8 件であった。その内、55 件が海藻関係であり、湯通し塩蔵ワカメ・コンブ等の海藻製品の成分分析（水分、塩分、水分活性、pH など）、変色・変質、加工法に関する相談が多く、相談者の 60% は岩手県漁連・漁協・生産者であった。本相談業務は県産の主力水産物である海藻製品の品質向上と震災復興に大きく貢献していると考えられる。

<今後の問題点>

1 攪拌塩漬条件の遵守: 攪拌塩漬法で最も重要なことは、塩漬中の飽和濃度の維持と、網袋に詰め込む海藻の量および海藻の総重量に適合した攪拌速度と時間を選択することであり、今後も指導を徹底していきたい。

2 塩蔵海藻製品の品質管理出荷体制の確立: 依然として買受人からは高速攪拌塩漬装置を用いた製品に対する不信任が強い状況にある。毎年、従来の塩漬法（塩水循環式を含む）や攪拌塩漬法のどちらにも塩分不足の製品が発生していることから、湯通し塩蔵ワカメ・コンブ製品の出荷前（出荷後）の塩分や水分活性等の品質検査を漁協単位で行い、品質に問題がある生産者に対して改善指導を行う必要がある。そのことが三陸ワカメの完全復興・ブランド力の維持・信頼性の向上に結びつくと考えている。また、水産技術センターの提案により岩手県漁連で震災前に配備していた水分活性測定装置（南北支所に 1 台ずつ配備）は、各漁協に貸出が行われ品質管理に活用されていたが、震災により流出したので再配備を進める必要がある。

<次年度の具体的計画>

- 1 生ワカメ葉体 pH の測定調査および湯通し塩蔵ワカメ・コンブの品質調査
- 2 最適な攪拌塩漬条件の確認試験の実施および指導
- 3 湯通し塩蔵ワカメ・コンブの加工法の状況調査および指導
- 4 新しい海藻加工品の開発支援および商品化支援
- 5 加工相談対応による海藻加工品の技術支援および施術指導

<結果の発表・活用状況等>

平成 26 年度の研究成果は、県漁連主催の各種会議（共販ブロック会議、格付査定研修会）、漁協訪問（しおまる状況調査）等で報告した。さらに、以下の専門書籍や漁連情報等でも研究結果の公表を行った。

- 1 小野寺宗伸. 三陸産ワカメ（岩手県）。「地域食材大百科第 15 巻」農山漁村文化協会，東京. 2014 ; 334-349.
- 2 小野寺宗伸. ワカメ。「干物の機能と科学」（滝口明秀，川崎賢一編）朝倉書店，東京. 2014 ; 171-176.
- 3 小野寺宗伸. 浮き玉塩袋投入法の提案と攪拌型塩漬装置の利用状況。「いわて漁連情報 2 月号」岩手県漁連. 2015 ; 4-5.